

Boletín mensual preparado por www.motortico.com, Costa Rica **Octubre 2011**

Motores 50Hz alimentados a 60Hz y viceversa.

Es común encontrar motores con datos de placa que no corresponden al sistema eléctrico donde se desea conectar, en lo que se refiera a Frecuencia (Hz) y Tensión (V). El mundo se divide en dos sistemas eléctricos, uno a 60Hz y otro a 50Hz. Surgen preguntas que trataremos de responder en este boletín.

Breve repaso de la historia de 1890 a 1925

El inicio de la industria eléctrica estuvo marcado por una anarquía, las empresas fabricantes eran quienes determinaban la frecuencia de sus equipos. Aparece un elemento que va a ser determinante en este tema: El motor de inducción, por la relación de la velocidad con la frecuencia. En 1890 en Europa, AEG utilizo 40 Hz. Posteriormente se dieron cuenta de los problemas de parpadeo en luminarias y optaron por una frecuencia de 50 Hz. En 1890, los ingenieros de Westinghouse en USA tuvieron problemas de trabajar con frecuencias sobre los 130 Hz, que les estaba impidiendo desarrollar sus motores de inducción, con demasiados polos en el estator. Analizando el problema, llegaron a la conclusión que la frecuencia de 60 Hz era el valor óptimo. En 1894, General Electric se dio cuenta que estaba perdiendo ventas dentro del mercado la corriente alterna y estableció los 60 Hz.

Cambio en la velocidad (RPM)

La velocidad sincrónica del motor de inducción es determinada por la siguiente relación en RPM:

$$n_{\sin c} = \frac{120 * f_{red}}{polos}$$

Se define como la velocidad del campo magnético rotatorio. Por otro lado la velocidad del eje (n_{mec}) es levemente menor a la sincrónica, y es ajustada finalmente por la carga.
De la fórmula anterior: 120 es una constante; f_{red} es la frecuencia de la red eléctrica en Hz, y el número de *polos* es determinado por el arreglo de bobinas. Cambios en la frecuencia de alimentación producen cambios en la velocidad del motor.

Relación Voltios/Hertz

Todo motor tiene una relación Voltios por Hertz, que se calcula a partir de la placa de características. Por ejemplo: Un motor 460V - 60Hz, tiene una relación: 460V ÷ 60Hz = 7.67V/Hz. La teoría dice que cuando un motor se alimenta en otro sistema eléctrico, distinto al indicado en la placa (con otros niveles de tensión y frecuencias), siempre que la **Relación Voltios por Hertz** se mantenga constante, el motor entrega el mismo par (Torque) operativo en el eje a la carga. La potencia desarrollada cambia, ya que: **Potencia=Par x Velocidad**, por ejemplo: Al pasar de 50Hz a 60Hz, el motor desarrollará 20% más de potencia. La corriente consumida se mantiene invariable en ambos sistemas.

Análisis de caso

Un motor con datos de placa: 380V, 50Hz, 97Amp, 55kW, 1480RPM, tiene una relación Voltios por Hertz=7.6V/Hz, el torque desarrollado a plena carga sería de: 355Nm. Este mismo motor en el otro sistema eléctrico tendría los siguientes datos: 460V, 60Hz, 97Amp, 1780RPM, 66kW, tiene una relación Voltios por Hertz 7.67V/Hz, por lo que desarrolla el mismo torque. Nótese que la corriente es la misma, la potencia aumentó en 11kW y la velocidad a plena carga aumentó en 300RPM.

Restricciones a esta regla

Hay algunas situaciones especiales que deben considerarse antes de alimentar un motor en un sistema eléctrico, distinto al indicado en la placa de características:

1. Para cargas de **Par Variable** (Bombas centrífugas, abanicos centrífugos) no se aplica lo explicado anteriormente, es decir: Aunque la Relación Voltios por Hertz sea constante, se deben tener otras consideraciones antes de conectar. Esto es porque la demanda de potencia es proporcional a la velocidad al cubo (RPM^3), y la carga solicitará distinta potencia entre ambos sistemas. Ejemplo: Bomba centrífuga con motor 380V/50Hz, demanda 74% más potencia al motor si se alimentara a 460V/60Hz, la cual NO podrá ser entregada por el mismo, sobrecargándolo, con peligro de daño. La opción para utilizar la misma bomba en el nuevo sistema a 60Hz sería cambiar la propela (Impeler), con esto se ajusta el punto de operación de la bomba, sin ponerla en peligro. Ver figura adjunta.
2. En motores monofásicos hay problemas con los **Interruptores Centrífugos**, que operan en función de la velocidad. Se deberá tener especial atención en este tipo de motores.
3. En motores para localizaciones peligrosas (A prueba de explosión) se deberá tomar en cuenta que los entes certificadores, como UL (Underwriter Labs.) no permiten el re marcado de placas, por lo que no tendrían posibilidad de alimentarse en otro sistema eléctrico, que no sea el de la placa.

Otras aplicaciones si permiten alimentar motores con distintos sistemas de tensión (Frecuencia y Voltaje), siempre y cuando la Relación Voltios por Hertz se mantenga constante.



